

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-171405

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

G01N 21/88
G01B 11/30
G11B 5/84

(21)Application number : 10-347468

(71)Applicant : KUBOTA CORP

(22)Date of filing : 07.12.1998

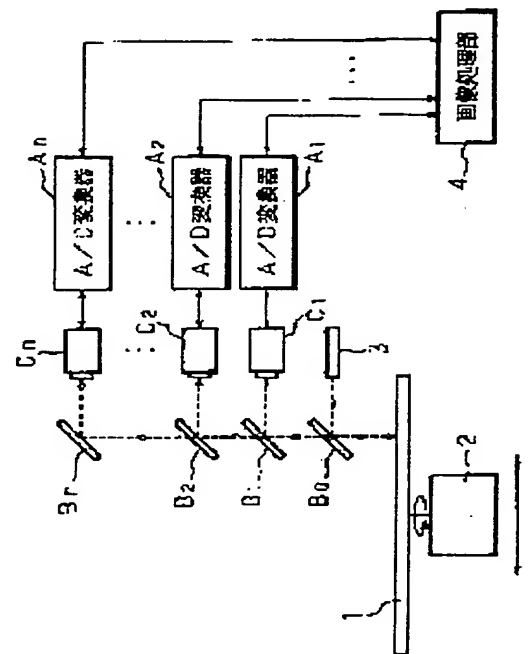
(72)Inventor : YAO MASAYUKI
IMACHI HIROSHI
HAYAKAWA YOSHITO
HARA HIRONORI
KUBOTA MASAMI

(54) DEFECT INSPECTION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a defect inspection apparatus in which an inspection processing operation is executed in parallel and in which a processing speed can be doubled by a method wherein a plurality of beam splitters are arranged in tandem on the optical axis of a laser beam and beams of reflected light by the respective beam splitters are received by CCD arrays whose number is identical to that of the beam splitters.

SOLUTION: Beam splitters B0 to Bn which are arranged in tandem as n+1 pieces of optical reflection means are fixed in the upper part of a magnetic recording disk 1 in a state such that their reflection faces are tilted by 45° to the same direction. By using the beam splitter B0 which is the closest to the disk 1, a laser beam which is irradiated from a laser light source 3 arranged horizontally so as to face the beam splitter is deflected downward, and the laser beam irradiates the disk face of the disk 1 vertically. When there is defect, the laser beam is reflected diffusely by the part of the defect on the surface of the disk 1, and it is received by CCD arrays C1 to Cn in such a way that a shade part is generated by a pixel. A light received result is output to A/D convertes A1 to An, it is converted into a digital signal so as to be given to an image processing part 4, and luminance data on the CCD arrays C1 to Cn is compared with a luminance threshold for every pixel.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-171405

(P2000-171405A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000. 6. 23)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 21/88		G 0 1 N 21/88	6 3 0 A 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/30		G 0 1 B 11/30	A 2 G 0 5 1
G 1 1 B 5/84		G 1 1 B 5/84	C 5 D 1 1 2

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-347468

(22) 出願日 平成10年12月7日 (1998. 12. 7)

(71) 出願人 000001052

株式会社クボタ

大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号

(72) 発明者 八尾 昌幸

兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社
クボタ電子技術センター伊丹分室内

(72) 発明者 井町 弘

兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社
クボタ電子技術センター伊丹分室内

(74) 代理人 100078868

弁理士 河野 登夫

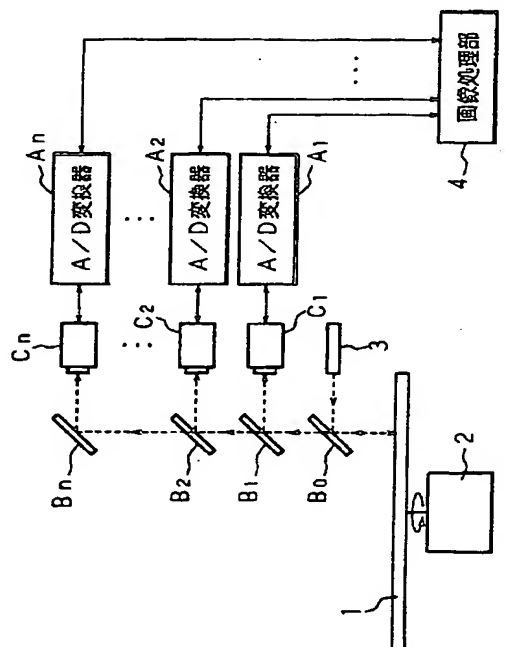
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 欠陥検査装置

(57) 【要約】

【課題】 複数のレーザ光源を必要とせずに安価であり、検査処理を並列に実行して処理速度の倍速化を図ることができる欠陥検査装置を提供する。

【解決手段】 磁気記録ディスク1の表面で反射されるレーザ光の光軸上に複数のビームスプリッタB₁～B_nをタンデム配置し、各ビームスプリッタB₁～B_nによる反射光を、ビームスプリッタB₁～B_nと同数のCCDアレイC₁～C_nで夫々受光する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検査対象となる試料表面に光を照射し、前記試料表面での反射光に基づいて前記試料表面の物理的欠陥を検出する欠陥検査装置において、

前記反射光の光軸上に配置され、該反射光の一部を反射する複数の部分反射手段と、各部分反射手段による反射光を夫々受光する前記複数の部分反射手段と同数の受光器とを備え、各受光器により受光された前記反射光の輝度に基づいて前記物理的欠陥を判別する判別手段とを備えることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項2】 前記試料表面及び該試料表面に照射される前記光を相対移動させる移動手段を更に備え、該移動手段の移動速度に基づいた時間ずつ各受光器のサンプリングタイミングをずらせてある請求項1記載の欠陥検査装置。

【請求項3】 前記判別手段は、各受光器による受光結果に基づいて前記物理的欠陥を並列的に判別すべくしてある請求項2記載の欠陥検査装置。

【請求項4】 検査対象となる円盤状の試料をその中心軸回りに回転させ、第1ビームスプリッタを介して前記試料の盤面の半径方向に長い領域にレーザ光を照射し、前記盤面での反射光を前記第1ビームスプリッタを介して受光し、受光した前記反射光に基づいて画像処理により前記盤面の物理的欠陥を検出する欠陥検査装置において、

前記反射光の光軸上に配置された複数の第2ビームスプリッタと、各々がその画素配列方向を前記半径方向に対応させて配置された前記複数の第2ビームスプリッタの数に対応した複数のCCDアレイと、各CCDアレイにより画素毎に処理される前記反射光の輝度を所定の輝度閾値と比較する比較手段と、該比較手段による比較結果に基づいて前記物理的欠陥を判別する判別手段とを備え、前記複数のCCDアレイは、各々が前記試料の回転速度に応じた時間ずつずらして各第2ビームスプリッタによる反射光を順次受け付ける一方、各々の処理結果が前記画素配列方向に順次比較されるべくしてあることを特徴とする欠陥検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気記録媒体、半導体、及び液晶表示器等の検査対象物の表面欠陥を光学的に検査する欠陥検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、コンピュータのハードディスク装置(HDD)を構成する磁気記録ディスクは、アルミニウム又はガラス等の材料を用いて円盤状に形成し、この表面を磁性材料で被覆することによって作製される。このような磁気記録ディスクは、その磁性材料による被覆前の工程において、その表面の物理的な欠陥を検査される。なお、検査は図4に示す如き欠陥検査装置で

行われる。

【0003】 図4は、従来の欠陥検査装置の構成を示すブロック図である。検査対象となる磁気記録ディスク1は水平に配置され、その上方に対向して設けられたレーザ光源3から、ビームスプリッタBを介して磁気記録ディスク1の表面に矩形形状のレーザ光を照射する。このビームスプリッタBは、レーザ光源3からの入射に対して100%透過し、反対方向からの入射に対しては100%正反射するようになっており、前記レーザ光の光軸に対して45度傾斜した態様に固定されている。このビームスプリッタBを透過して磁気記録ディスク1の表面に照射され、反射したレーザ光は、再びビームスプリッタBへ到達するが、正反射して、この反射方向に設けられ、レーザ光の長手方向にその長手方向を一致させた受光器としてのCCDアレイCにより受光される。

【0004】 磁気記録ディスク1の表面に物理的な欠陥がある場合には、この表面にて反射されるレーザ光は、入射の光軸に沿って正常に正反射せずに拡散される。このため、CCDアレイCでの受光量(輝度)の大小に応じて変化するその出力信号に基づいて、欠陥の有無を検査することができるようになっている。即ち、CCDアレイCでのアナログの電気信号をA/D変換器Aによりデジタルの電気信号に変換し、変換結果を所定の閾値と比較し、閾値を越える場合に欠陥が有るものと判定し、この欠陥の程度に応じて不具合品として処理する等の対処を行う。

【0005】 また、磁気記録ディスク1は、ドライブ機構2に備えられたモータによりその中心軸回りに回転駆動されているとともに、このドライブ機構2によりその半径方向へ前記モータとともに移動される。これにより、磁気記録ディスク1の表面と前記レーザ光とを相対的に移動させ、連続的な欠陥検査を実施できるようになっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、以上のような構成とされた従来の欠陥検査装置においては、一般的にCCDアレイの走査周波数が検査速度の限界となっている。

【0007】 このCCDアレイとしては、二次元CCDアレイよりも主走査方向(ここでは磁気記録ディスクの回転方向)の画素数が多く、分解能が高い一次元CCDアレイが用いられる。例えば、画素数が2048、画素帯域周波数が40MHz、走査周波数が51.2μs、及び分解能が0.5μm/画素の一次元CCDアレイを用いて、3.5インチの磁気記録ディスクの全面に亘って検査する場合には、11.0分も要するという問題があった。

【0008】 このため、このような検査は抜取検査でしか実施されておらず、検査対象外の磁気記録ディスクに存在する可能性がある手直し不可能な欠陥が後工程で発

見された場合には、歩留りが低下する。従って、可及的に上流側の工程において、このような欠陥を発見することが望まれている。

【0009】単に処理速度を向上させるだけであれば、上述の如きCCDアレレイ及びビームスプリッタを複数セット備え、各セットにおけるレーザ光が磁気記録ディスクの異なる位置に照射されるようにする構成も考えられるが、このような構成では高価なレーザ光源を同一セット数必要とするため、装置全体のコストが非常に高くなるという問題がある。

【0010】本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、磁気記録ディスクの表面で反射されるレーザ光の光軸上に複数のビームスプリッタをタンデム配置し、各ビームスプリッタによる反射光を、ビームスプリッタと同数のCCDアレレイで夫々受光することにより、複数のレーザ光源を必要とせずに安価であり、検査処理を並列に実行して処理速度の倍速化を図ることができる欠陥検査装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る欠陥検査装置は、検査対象となる試料表面に光を照射し、前記試料表面での反射光に基づいて前記試料表面の物理的欠陥を検出する欠陥検査装置において、前記反射光の光軸上に配置され、該反射光の一部を反射する複数の部分反射手段と、各部分反射手段による反射光を夫々受光する前記複数の部分反射手段と同数の受光器とを備え、各受光器により受光された前記反射光の輝度に基づいて前記物理的欠陥を判別する判別手段とを備えることを特徴とする。

【0012】第2発明に係る欠陥検査装置は、第1発明の欠陥検査装置において、前記試料表面及び該試料表面に照射される前記光を相対移動させる移動手段を更に備え、該移動手段の移動速度に基づいた時間ずつ各受光器のサンプリングタイミングをずらせてあることを特徴とする。

【0013】第3発明に係る欠陥検査装置は、第2発明の欠陥検査装置において、前記判別手段が、各受光器による受光結果に基づいて前記物理的欠陥を並列的に判別すべくしてあることを特徴とする。

【0014】第4発明に係る欠陥検査装置は、検査対象となる円盤状の試料をその中心軸回りに回転させ、第1ビームスプリッタを介して前記試料の盤面の半径方向に長い領域にレーザ光を照射し、前記盤面での反射光を前記第1ビームスプリッタを介して受光し、受光した前記反射光に基づいて画像処理により前記盤面の物理的欠陥を検出する欠陥検査装置において、前記反射光の光軸上に配置された複数の第2ビームスプリッタと、各々がその画素配列方向を前記半径方向に対応させて配置された前記複数の第2ビームスプリッタの数に対応した複数のCCDアレレイと、各CCDアレレイにより画素毎に処理さ

れる前記反射光の輝度を所定の輝度閾値と比較する比較手段と、該比較手段による比較結果に基づいて前記物理的欠陥を判別する判別手段とを備え、前記複数のCCDアレレイは、各々が前記試料の回転速度に応じた時間ずつずらして各第2ビームスプリッタによる反射光を順次受け付ける一方、各々の処理結果が前記画素配列方向に順次比較されるべくしてあることを特徴とする。

【0015】本発明に係る欠陥検査装置は、検査対象となる試料表面における反射光の光軸上に、該反射光の一部を反射する複数の部分反射手段を配置し、各部分反射手段による反射光を前記複数の部分反射手段と同数の受光器により夫々受光し、各受光器により受光された反射光の輝度に基づいて前記試料表面の物理的欠陥を判別するようにしてある。

【0016】なお、前記試料表面は、これに照射されるレーザ光に対して相対移動されるようにしてあり、各受光器でのサンプリングが試料表面の同一箇所とならぬようにサンプリングタイミングを所定時間ずつずらしてある。

【0017】また、サンプリングタイミングを所定時間ずつずらした複数の受光器による受光結果に基づいて、前記物理的欠陥の判別処理を並列的に実行するようにしてある。

【0018】以上のような構成としてあるので、複数のレーザ光源を必要とせずに安価であり、検査処理を並列に実行して、部分反射手段及び受光器の個数分に応じた処理速度の倍速化を図ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。図1は、本発明に係る欠陥検査装置の構成を示すブロック図である。図1において、1はコンピュータのハードディスク装置を構成する検査対象としての磁気記録ディスクである。磁気記録ディスク1は、移動手段としてのドライブ機構2上に載置されており、このドライブ機構2に設けられたモータによりその中心部を回転軸として所定速度で回転駆動されている。また、ドライブ機構2は、磁気記録ディスク1をこれを保持する前記モータとともに、磁気記録ディスク1の半径方向に所定区間を往復運動させるようになって

【0020】磁気記録ディスク1の上方には、 $n+1$ 個の部分反射手段としてのビームスプリッタ $B_1 \sim B_n$ がその反射面を同一方向に45度傾斜した態様に固定されている。磁気記録ディスク1から最も近い位置にあるビームスプリッタ B_1 は、これに対向するように水平配置されたレーザ光源3から照射されるレーザ光を下方へ偏向し、垂直に磁気記録ディスク1の盤面へ照射するようにしてある。

【0021】レーザ光源3としては、ガスレーザ発振器、固体レーザ発振器、及び半導体レーザ発振器等の他

のレーザ発振器を用いることが可能である。レーザ光源3から照射されるレーザ光は、図示しないアバーチャ(絞り)により矩形状に整形され、ビームスプリッタB。で反射されたレーザ光が、その長手方向を磁気記録ディスク1の半径方向に一致するようになしてある。

【0022】また、レーザ光源3からのレーザ光を偏向するビームスプリッタB。は、レーザ光源3側からの照射に対して100%正反射し、磁気記録ディスク1からの反射光に対しては100%透過するようなものが用いられる。また、このビームスプリッタB。は、前記反射光の光軸がその中央に配置されるように設けられている。

【0023】このビームスプリッタB。の上方に設けられたn個のビームスプリッタB₁～B_nは、前記反射光の光軸にその中央部を一致され、等間隔にタンデム配置された態様となっている。また、最上段のビームスプリッタB。は、100%正反射するものからなり、通常の鏡のようなもので代用することも可能である。

【0024】その他のビームスプリッタB₁～B_{n-1}は、適宜の割合にて、夫々の反射方向に対向配置された受光器としてのCCDアレイC₁～C_nに反射し、残りの割合を夫々の上方に設けられたビームスプリッタB₂～B_nへ透過させるようになっている。なお、この割合は、CCDアレイC₁～C_nの解像度、レーザ光源3のレーザ強度(レーザ密度)等に応じて決定する。

【0025】CCDアレイC₁～C_nは、最下段のビームスプリッタB。を除くn個のビームスプリッタB₁～B_nの夫々に対応した個数ある。各CCDアレイC₁～C_nは、一次元CCDアレイの如きラインセンサから構成されており、その画素配列方向(ライン方向)を上下方向へ向けて固定されている。これにより、磁気記録ディスク1の半径方向にそのライン方向を一致させた態様に、即ちレーザ光源3から磁気記録ディスク1に照射される矩形状のレーザ光の長手方向に一致させた態様に、後述するように磁気記録ディスク1からの反射光を受光できるようになっている。

【0026】各CCDアレイC₁～C_nは、対応するA/D変換器A₁～A_nに夫々接続され、全てのA/D変換器A₁～A_nは、判別手段及び比較手段としての画像処理部4に接続されている。画像処理部4は、A/D変換器A₁～A_nを介して各CCDアレイC₁～C_nに対して受光データの転送を要求するクロック信号を個別に与える。クロック信号に応じて各CCDアレイC₁～C_nから転送された受光データに基づいて、各CCDアレイC₁～C_nの画素毎の輝度を予め記憶している輝度閾値と比較し、該輝度閾値よりも大きい場合に、この画素に対応する磁気記録ディスク1の領域にはこり、ゴミ等の汚れ(コンタミネーション)が付着しているか、打痕傷、引っかき傷等の凹凸がある、即ち欠陥があると判断するようになっている。

【0027】本発明に係る欠陥検査装置は以上の如き構成とされており、ドライブ機構2により磁気記録ディスク1を所定の半径方向位置に位置決めした後で、ドライブ機構2のモータにより磁気記録ディスク1を回転させ、レーザ光源3から最下段のビームスプリッタB。を介して磁気記録ディスク1にレーザ光を照射する。

【0028】磁気記録ディスク1に欠陥がない場合には、照射されたレーザ光は磁気記録ディスク1の表面にて鏡面反射し、反射光は各ビームスプリッタB₁～B_nを介してCCDアレイC₁～C_nにより受光される。一方、欠陥がある場合には、照射されたレーザ光は磁気記録ディスク1の表面上の欠陥部分で乱反射する。このため、正常部分での反射光に対応する画素と、他の欠陥部分での反射光に対応する画素とで明暗部が生じるように、CCDアレイC₁～C_nにより受光される。

【0029】このように各CCDアレイC₁～C_nにより受光された結果は、各画素の輝度に応じた大きさのアナログ信号としてA/D変換器A₁～A_nへ出力される。A/D変換器A₁～A_nは、与えられたアナログ信号をディジタル信号に変換して画像処理部4へ与える。

【0030】画像処理部4は、A/D変換器A₁～A_nを介して与えられた各CCDアレイC₁～C_nの輝度データを画素毎に前記輝度閾値と比較し、各画素における表面欠陥の有無を検査する。なお、ドライブ機構2に磁気記録ディスク1の移動位置を検出する位置検出器を備えさせ、これによる位置検出結果と画素とを対応させることにより、欠陥の位置をも特定することが可能である。

【0031】図2は、画像処理部4が発生するクロック信号の状態を示すタイミングチャートである。画像処理部4が発生するクロック信号は、最下段のCCDアレイC₁から順に所定時間tずつずらしてCCDアレイC₁～C_nに対して出力されるようにしてあり、図2においては、この出力に応じてH1の状態となるのを示している。最下段のCCDアレイC₁がクロック信号を受け、このCCDアレイC₁が有する画素P₁、P₂、…、P_nでの受光データをA/D変換器A₁を介して画像処理部4へ転送する。この画素P₁、P₂、…、P_nの受光データを順に転送するのに要する時間をTとし、転送が完了するのに伴ってクロック信号はL0の状態とされる。このようにして全てのCCDアレイC₁～C_nで順に受光データの転送が行われ、最上段のCCDアレイC_nに対するクロック信号が出力された後、前記時間tを待って再び最初のCCDアレイC₁に対するクロック信号が出力され、連続的に転送処理が実施される。

【0032】前記時間Tは、CCDアレイC₁～C_nの画素数、画素帯域周波数、走査周波数、及び分解能等に応じて定まるものであるが、時間tは以下のように決定される。

【0033】図3は、クロック信号の発生周期を決定す

る時間 t の決定方法を説明するための説明図であり、CCDアレイ $C_1 \sim C_n$ の受光画素に対応する磁気記録ディスク1の領域を模式的に示してある。図3の左側に示したのが磁気記録ディスク1であり、矢符方向へ回転されている。既に述べたように、各CCDアレイ $C_1 \sim C_n$ の画素 $P_1 \sim P_n$ は、番号の若い順に磁気記録ディスク1の半径方向内方から外方へ向けて整列するように対応付けられている。また、1画素幅に対応する磁気記録ディスク1の周方向距離を、磁気記録ディスク1のこの半径位置における周速度で除した結果を時間 t として決定する。

【0034】以上の如き構成としてあるので、時間 t の経過毎にクロック信号を発生し、これを磁気記録ディスク1が1周するまで繰り返す。図3においては、CCDアレイ $C_1 \sim C_n$ のライン方向長さが磁気記録ディスク1の半径よりも短く構成してあるので、ドライブ機構2を駆動して磁気記録ディスク1を、その半径方向へCCDアレイ $C_1 \sim C_n$ のライン方向長さ分移動させ、上述した如き1周分のクロック信号の発生を磁気記録ディスク1の全面を検査するまで繰り返す。

【0035】なお、CCDアレイ $C_1 \sim C_n$ のライン方向長さを磁気記録ディスク1の半径に一致させたならば、上述したような磁気記録ディスク1の半径方向への移動動作を省略することが可能である。

【0036】

【発明の効果】以上詳述した如く本発明に係る欠陥検査装置においては、検査対象となる試料表面における反射光の光軸上に、該反射光の一部を反射する複数の部分反射手段を配置し、各部分反射手段による反射光を前記複数の部分反射手段と同数の受光器により夫々受光し、各*30

*受光器により受光された反射光の輝度に基づいて前記試料表面の物理的欠陥を判別するようにしてある。前記試料表面は、これに照射されるレーザ光に対して相対移動されるようにしてあり、各受光器でのサンプリングが試料表面の同一箇所とならぬようにサンプリングタイミングを所定時間ずつずらしてある。また、サンプリングタイミングを所定時間ずつずらした複数の受光器による受光結果に基づいて、前記物理的欠陥の判別処理を並列的に実行するようにしてある。

10 【0037】以上のような構成としてあるので、複数のレーザ光源を必要とせず安価であり、検査処理を並列に実行して、部分反射手段及び受光器の個数分の処理速度の倍速化を図ることができる等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る欠陥検査装置の構成を示すブロック図である。

【図2】画像処理部が発生するクロック信号の状態を示すタイミングチャートである。

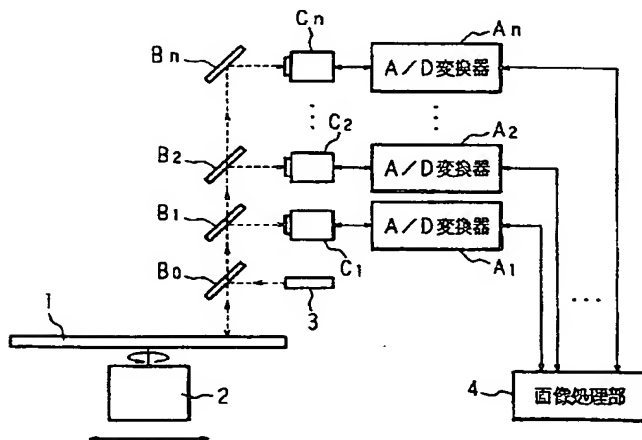
20 【図3】クロック信号の発生周期を決定する時間の決定方法を説明するための説明図である。

【図4】従来の欠陥検査装置の構成を示すブロック図である。

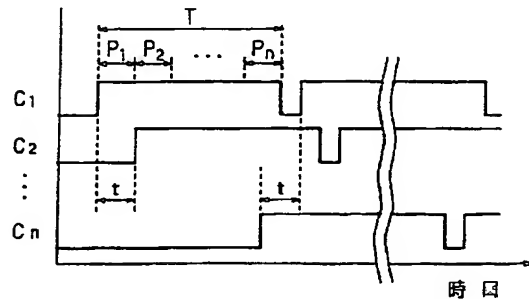
【符号の説明】

- 1 磁気記録ディスク
- 2 ドライブ機構
- 3 レーザ光源
- 4 画像処理部
- B₀ ~ B_n ビームスプリッタ
- C₁ ~ C_n CCDアレイ

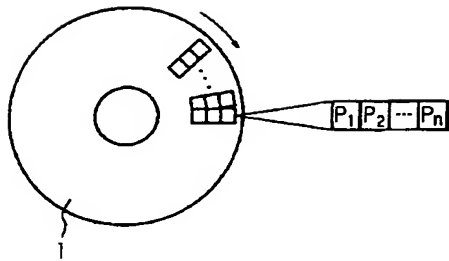
【図1】



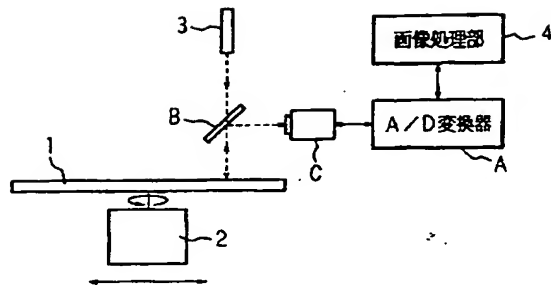
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 早川 義人
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社
クボタ電子技術センター伊丹分室内

(72)発明者 原 裕紀
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社
クボタ電子技術センター伊丹分室内

(72)発明者 久保田 昌実
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社
クボタ電子技術センター伊丹分室内

Fターム(参考) 2F065 AA49 BB03 BB16 CC03 DD06
FF42 GG04 HH04 HH13 JJ02
JJ05 JJ09 JJ25 LL30 LL46
MM03 MM04 PP12 PP13 QQ03
2G051 AA71 AB07 AC04 BA10 CA03
CA07 CB01 CB05 DA06 DA08
EA02 EA04 EA12 EA16 EA19
ED07
5D112 AA24 JJ05